

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 604 338 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**04.03.1998 Bulletin 1998/10**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **H01Q 1/24**

(21) Numéro de dépôt: **93460039.6**

(22) Date de dépôt: **20.12.1993**

(54) **Antenne large bande à encombrement réduit, et dispositif d'émission/réception correspondant**  
Wenig Raum beanspruchende, breitbandige Antenne mit zugehörigem Sendeempfänger  
Space-saving broadband antenna with corresponding transceiver

(84) Etats contractants désignés:  
**DE GB**

(30) Priorité: **23.12.1992 FR 9215813**

(43) Date de publication de la demande:  
**29.06.1994 Bulletin 1994/26**

(73) Titulaire: **FRANCE TELECOM**  
**75015 Paris (FR)**

(72) Inventeur: **Brchat, Patrice**  
**F-06000 Nice (FR)**

(74) Mandataire: **Vidon, Patrice**  
**Cabinet Patrice Vidon,**  
**Immeuble Germanium,**  
**80, Avenue des Buttes-de-Coesmes**  
**35700 Rennes (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 177 362 EP-A- 0 246 026**  
**EP-A- 0 332 139 WO-A-91/02386**  
**AT-B- 387 117 US-A- 3 947 850**

- **40 TH IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY  
CONFERENCE, 6 Mai 1990, ORLANDO, US pages  
7 - 12 J. RASINGER ET AL 'A New  
Enhanced-bandwidth Internal Antenna for  
Portable Communication Systems'**

**604 338 B1**

1

EP 0 604 338 B1

2

## Description

Le domaine de l'invention est celui des transmissions hertziennes. Plus précisément, l'invention concerne les antennes d'émission et/ou de réception, notamment pour les équipements de taille réduite, tels que les appareils portables.

L'invention s'applique ainsi, en particulier, aux systèmes de télécommunication avec des mobiles. En effet, l'extension des réseaux de radiocommunication avec des mobiles terrestres impose la mise au point de stations autonomes portables possédant la double fonctionnalité d'émission et de réception de signaux hyperfréquences. Ces stations doivent donc comprendre une antenne intégrée.

Les fréquences actuellement mises en oeuvre pour ces applications (de l'ordre de 2 GHz), ainsi que différentes contraintes liées à l'ergonomie et à l'esthétisme des combinés (intégration de l'antenne dans le dessin de l'appareil, facilité de stockage et d'utilisation, fragilité des antennes de grande taille,...) conduisent à l'utilisation d'antennes de dimensions très réduites. On connaît ainsi plusieurs types d'antennes, dont les dimensions sont inférieures à la longueur d'onde du signal hyperfréquence.

Ces antennes se présentent en général sous la forme d'un élément rayonnant implanté à l'extérieur d'un boîtier métallique, par exemple de forme parallélépipédique, constituant le blindage d'une ou plusieurs cartes électroniques assurant notamment les fonctions de modulation et de démodulation des signaux hyperfréquences, en émission et en réception respectivement.

L'ouvrage "Small Antennas" (Petites Antennes), par K. Fujimoto, A. Henderson, K. Hirasawa et J.R. James (édité par Research Studies Press Ltd et John Wiley & Sons Inc.) présente ainsi différents types de petites antennes, parmi lesquelles l'antenne dite en F inversé semble la plus efficace. (voir aussi EP-A- 332 139, fig. 11 et 13).

Une telle antenne en F inversé est représentée en coupe sur la figure 1 et en perspective sur la figure 2. Elle est constituée d'un élément conducteur rectangulaire horizontal 11 et d'un élément conducteur vertical 12. L'élément vertical 12 assure une fonction de court-circuit sur l'élément horizontal 11, en reliant l'une de ses extrémités 13 à un plan de masse 14.

L'autre extrémité 15 de l'élément horizontal 11 est ouverte.

Le signal hyperfréquence est véhiculé par un coaxial d'excitation 16, qui est connecté à l'élément horizontal 11 en un emplacement 17. Le choix de cet emplacement 17 entre l'extrémité court-circuitée 13 et l'extrémité ouverte 15 de l'élément horizontal 11 détermine l'impédance de l'antenne ainsi obtenue.

Si  $\lambda$  est la longueur d'onde du signal hyperfréquence transmis, l'encombrement de ce type d'antenne est en général :

$$- L = \lambda/4 ;$$

$$- l = \lambda/8 ;$$

$$5 \quad - h = \lambda/25.$$

Ainsi, pour des fréquences de l'ordre de 2 GHz, ces dimensions sont de l'ordre de quelques centimètres. L'antenne obtenue est donc d'encombrement très réduit. Par ailleurs, le diagramme de rayonnement de cette antenne est sensiblement omnidirectionnel, ce qui est essentiel pour des dispositifs portables (cette caractéristique est en général vérifiée par toutes les antennes de faible encombrement).

15 En revanche, cette antenne présente des caractéristiques très dispersives en fréquence, et donc, en conséquence, une bande passante très faible, et par exemple de l'ordre de 2 à 3 %. Cela est dû au fait que cette structure d'antenne se comporte sensiblement comme un résonateur  $\lambda/4$ .

20 La bande passante d'une antenne est ici définie comme la bande de fréquence sur laquelle le Rapport d'Onde Stationnaire (R.O.S) est inférieur à 2. Ce dernier paramètre représente l'aptitude de l'antenne à transmettre la puissance active qui lui est fournie, ce qui est le plus critique pour les antennes de taille réduite.

Cette grandeur est directement liée à l'impédance d'entrée de l'antenne, qui doit être adaptée à l'impédance de la ligne de transmission véhiculant le signal hyperfréquence à émettre et/ou à recevoir. Pour un fonctionnement optimal de l'antenne, il est nécessaire que cette impédance reste sensiblement constante (c'est-à-dire que le R.O.S reste inférieur à 2) sur une grande bande de fréquence. Une bande passante de 2 à 3 % telle qu'obtenue à l'aide d'une antenne en F inversée est généralement insuffisante.

L'invention a notamment pour objectif de pallier cet inconvénient de la technique antérieure.

40 Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir une antenne d'encombrement réduit présentant une large passante. Ainsi, l'invention a notamment pour objectif de fournir une telle antenne, dont la bande passante est au moins de l'ordre de 8 à 10 %.

45 Un autre objectif de l'invention est de fournir une telle antenne, qui soit d'un coût de revient réduit. En d'autres termes, l'invention a pour objectif de fournir une telle antenne qui soit aisée à réaliser, et qui n'utilise pas de matériau coûteux.

50 L'invention a encore pour objectif de fournir une telle antenne, qui puisse fonctionner sur une grande plage d'impédances d'entrée, et en particulier pour des impédances d'entrée comprises entre 10 et 200 Ohms.

55 L'invention a également pour objectif de fournir une telle antenne, dont la fréquence d'accord peut être réglée de façon précise. En particulier, un objectif de l'invention est de fournir une telle antenne, dont la fréquence d'accord peut être modifiée en permanence et rapidement, par exemple pour permettre un fonctionnement

en alternat.

Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints selon l'invention à l'aide d'une antenne d'émission et/ou de réception de signaux hyperfréquences, comprenant un élément sensiblement plan, dit élément horizontal, et un élément de court-circuit sensiblement perpendiculaire audit élément horizontal, dit élément vertical, ledit élément vertical connectant une première extrémité dudit élément horizontal à la masse électrique d'une unité de traitement, lesdits signaux hyperfréquences étant véhiculés entre ladite unité de traitement et ledit élément horizontal par un câble coaxial connecté audit élément horizontal, ledit élément horizontal comprenant :

- une surface intermédiaire sensiblement rectangulaire, dont une première extrémité correspond à ladite première extrémité dudit élément horizontal ; et
- au moins deux brins sensiblement parallèles entre eux et sensiblement perpendiculaires audit élément vertical, la seconde extrémité de ladite surface intermédiaire correspondant à une première extrémité de chacun desdits brins.

De cette façon, le volume utile de l'antenne est augmenté, par rapport à l'antenne connue en F inversée. Il en résulte une augmentation de la bande passante. En revanche, l'encombrement global de l'antenne n'est pas modifié.

Par ailleurs, une telle antenne présente un diagramme de rayonnement du type omnidirectionnel, ce qui est essentiel, du fait qu'elle est notamment destinée à équiper des appareils portables, pouvant donc prendre toutes les positions. Les termes "horizontal" et "vertical" sont donc utilisés uniquement pour simplifier la compréhension de l'invention, et ne doivent pas être interprétés strictement. Dans la pratique, les notions d'horizontalité et de verticalité seront souvent définies par rapport à un plan de masse sur lequel l'antenne sera fixée.

La présence d'une surface intermédiaire, ou base, entre l'élément vertical et les brins présente de nombreux avantages. En particulier, elle permet de réaliser des antennes adaptables à plusieurs fréquences, et d'optimiser l'adaptation globale de l'antenne. Il est à noter que le dispositif de l'invention forme une antenne unique (un seul élément vertical de court-circuit et un seul élément intermédiaire), et non une combinaison de deux éléments d'antenne distincts.

Dans cette antenne, au moins un premier des brins est un élément rayonnant, et au moins un deuxième constitue un brin d'adaptation, ramené en parallèle avec l'impédance de rayonnement du premier brin. Le deuxième brin se comporte donc comme un circuit d'adaptation incorporé.

Une telle antenne peut comprendre deux brins parallèles. Le principe de l'invention peut également être généralisé à plus de deux brins.

De façon avantageuse, lesdits brins de l'antenne

sont de forme sensiblement rectangulaire, et présentent une largeur sensiblement identique mais des longueurs différentes. D'autres caractéristiques géométriques peuvent également être retenues, en fonction des caractéristiques souhaitées pour l'antenne.

Selon un premier mode de réalisation avantageux de l'invention, chacun desdits brins est ouvert à son extrémité la plus éloignée de ladite première extrémité dudit élément horizontal.

Dans ce cas, chacun desdits brins est un élément résonant.

Si deux brins présentent des longueurs légèrement différentes, leurs fréquences de résonance sont différentes, mais voisines. Le couplage des deux brins permet alors d'obtenir, pour l'impédance, une boucle de résonance, et donc, en conséquence, une bande passante importante, par exemple de l'ordre de 10 %.

Selon un second mode de réalisation préférentiel, l'extrémité la plus éloignée de ladite première extrémité dudit élément horizontal d'au moins un desdits brins est connectée à la masse électrique de ladite unité de traitement, par l'intermédiaire d'un élément de court-circuit supplémentaire.

Le brin court-circuité à ses deux extrémités (ou stub court-circuit) joue le rôle de circuit d'adaptation. A nouveau, la combinaison des brins de l'antenne permet d'obtenir une boucle de résonance, qui conduit à une bande passante de l'ordre de 10 % par exemple.

Si l'antenne comprend deux brins, le brin court-circuité à ses deux extrémités peut être, suivant les besoins et les caractéristiques voulues, le brin le plus long ou le brin le plus court. Eventuellement, les deux brins peuvent être de la même longueur.

Si l'antenne comprend plus de deux brins, il est possible de combiner les avantages du premier et du second modes de réalisation. Un ou plusieurs brins peuvent alors être court-circuités à leurs deux extrémités.

Selon un troisième mode de réalisation avantageux de l'invention, l'extrémité la plus éloignée de ladite première extrémité dudit élément horizontal d'au moins un desdits brins est reliée à la masse électrique de ladite unité de traitement, par l'intermédiaire d'une capacité.

Ce mode de fonctionnement correspond à une position intermédiaire entre le premier mode de réalisation (circuit ouvert) et le second mode de réalisation (court-circuit).

De façon préférentielle, tous les brins de l'antenne sont reliés à la masse électrique de ladite unité de traitement, par l'intermédiaire d'une capacité. La mise au point de l'antenne est ainsi facilitée.

Avantageusement, au moins une de ces capacités est une capacité ajustable (ou varactor).

Cela permet notamment, sous le contrôle de l'unité de traitement, de faire varier les capacités entre deux valeurs distinctes, une première valeur correspondant au fonctionnement de l'antenne à une fréquence d'émission de signaux hyperfréquences et une seconde valeur correspondant au fonctionnement de l'antenne à une

5

EP 0 604 338 B1

6

fréquence de réception de signaux hyperfréquences.

Ainsi, la même antenne physique peut fonctionner en alternat dans une bande d'émission et dans une bande de réception, par exemple pour fonctionner en half-duplex. On fait de cette façon l'économie de l'implantation d'une seconde antenne. Cette technique peut bien sûr être généralisée à plus de deux bandes de fréquence.

Avantageusement, le câble coaxial véhiculant les signaux hyperfréquences présente une impédance sensiblement comprise entre 10 Ohms à 200 Ohms. En d'autres termes, l'impédance d'entrée de l'antenne peut être choisie entre 10 et 200 Ohms. Classiquement, cette impédance peut être égale à 50 Ohms.

De façon préférentielle, si  $\lambda$  est la longueur d'onde desdits signaux hyperfréquences, les dimensions essentielles de l'antenne de l'invention sont :

- largeur de ladite première extrémité dudit élément horizontal: de l'ordre de  $\lambda/8$  ;
- longueur maximale dudit élément horizontal, correspondant à la distance entre ladite première extrémité dudit élément horizontal et l'extrémité la plus éloignée de ladite première extrémité dudit élément horizontal du brin le plus long : de l'ordre de  $\lambda/4$  ;
- hauteur dudit élément vertical, correspondant à la distance entre ladite première extrémité dudit élément horizontal et ladite masse électrique : de l'ordre de  $\lambda/25$  ;
- largeur d'au moins un desdits brins : de l'ordre de  $\lambda/20$ .

De façon préférentielle, cette longueur d'onde  $\lambda$  desdits signaux hyperfréquences est comprise entre 100 et 200 mm. Dans ce cas, les dimensions de l'antenne sont très réduites, de l'ordre de quelques centimètres.

Dans un mode de réalisation préférentiel de l'invention, l'antenne est implantée sur un boîtier contenant ladite unité de traitement, ladite masse électrique correspondant au blindage électromagnétique dudit boîtier.

Avantageusement, ledit élément vertical et ledit élément horizontal sont formés dans une même bande d'un matériau conducteur. Ainsi, la fabrication de l'ensemble est particulièrement simple.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante de plusieurs modes de réalisation préférentiels de l'invention, donnés à titre d'exemples illustratifs et non limitatifs, et des dessins annexés, dans lesquels :

- les figures 1 et 2 représentent une antenne de l'art antérieur à l'invention dite en F inversé, respectivement en coupe et en perspective. Ces figures ont déjà été discutées en préambule de la présente

description ;

- la figure 3 présente un premier mode de réalisation d'une antenne selon l'invention, comprenant deux brins résonants ouverts à l'une de leurs extrémités ;
- 5 - les figures 4 à 6 sont trois diagrammes de Smith présentant respectivement la réponse en fréquence correspondant au premier brin de l'antenne de la figure 3, au second brin et à la combinaison des deux brins ;
- 10 - la figure 7 illustre un second mode de réalisation d'une antenne selon l'invention, comprenant un brin résonant et un brin court-circuité à ses deux extrémités ;
- les figures 8 et 10 sont trois diagrammes de Smith présentant respectivement les courbes d'impédance correspondant au premier brin de l'antenne de la figure 7, au second brin et à la combinaison des deux brins ;
- 15 - la figure 11 présente un troisième mode de réalisation d'une antenne selon l'invention, dont l'impédance des deux brins est ajustable ;
- 20 - la figure 12 est une vue de dessus à l'échelle d'un mode de réalisation d'une antenne selon l'invention, dans le cas d'une fréquence de fonctionnement de 2,5 GHz ;
- les figures 13 et 14 présentent respectivement la courbe d'adaptation et la courbe d'impédance correspondant à l'antenne de la figure 12.

30 L'invention concerne donc une antenne de taille réduite à grande bande passante. Cette antenne est notamment destinée à équiper des appareils portables, et par exemple des émetteurs/récepteurs de réseaux de radio-communication avec des mobiles terrestres.

35 D'une façon générale, l'antenne de l'invention comprend un élément horizontal (par rapport à un plan de masse), connecté à l'une de ses extrémités à la masse par un court-circuit vertical. La caractéristique principale de l'invention est de réaliser, par exemple par découpage, au moins deux brins d'antenne sensiblement parallèles dans l'élément horizontal. Les caractéristiques géométriques et de connexion de ces brins sont choisies de façon à obtenir pour l'antenne des caractéristiques souhaitées, telles qu'une bande passante impor-

45 tante.

Par la suite, on décrit en détail trois modes de réalisation préférentiels de l'invention, comprenant deux brins d'antenne. Il est clair toutefois que l'antenne selon l'invention peut comprendre plus de deux brins, par simple généralisation des exemples décrits.

50 La figure 3 illustre donc un premier mode de réalisation de l'invention. Sur cette figure, l'antenne 31 (hachurée) est implantée sur un boîtier 32, susceptible de contenir des cartes électroniques (notamment pour la démodulation et/ou la modulation des signaux hyperfréquences reçus et/ou émis par l'antenne). Les dimensions et la forme de ce boîtier 32 sont bien sûr purement indicatives. Dans l'exemple représenté, la base b du

7

EP 0 604 338 B1

8

boîtier fait 60 mm, et sa hauteur  $h_1$  fait 150 mm.

Ce boîtier 32 est blindé, et constitue la masse à laquelle est connectée l'antenne 31.

L'antenne 31 comprend un élément horizontal 33, dont l'une des extrémités 34 est connectée à la masse (blindage du boîtier 32) par un élément vertical de court-circuit 35.

L'élément horizontal 33 peut se décomposer (fictivement, puisqu'il est en pratique réalisé d'une seule pièce) en trois parties :

- une partie intermédiaire 36, ou base, qui est connectée à l'élément vertical 35 et qui est sensiblement de la même largeur que cet élément vertical ;
- un premier brin 37 s'étendant dans le prolongement de la base 36, le bord extérieur de ce brin 37 correspondant à un premier bord de la base 36 ;
- un second brin 38, parallèle au premier brin 37, dont le bord extérieur correspond au prolongement du second bord de la base 36.

Par la suite, on désignera par première extrémité d'un brin l'extrémité connectée à la base 36, et par seconde extrémité d'un brin l'extrémité opposée, c'est-à-dire, en d'autres termes, l'extrémité la plus éloignée de la première extrémité 34 de l'élément horizontal 33. Eventuellement, la base 36 peut être supprimée, les brins 37 et 38 étant alors directement connectés à l'élément vertical 35.

Dans la pratique, l'élément horizontal 33 est obtenu par découpage dans une surface rectangulaire d'un espace 39 entre les deux brins 37 et 38, jusqu'à la base 36.

Un second découpage d'une surface 310 est ensuite effectuée sur le brin le plus court 38, pour adapter sa longueur.

Par ailleurs, l'élément vertical 35 et l'élément horizontal 33 peuvent être formés dans le même matériau, l'angle de l'extrémité 34 étant réalisé par exemple par pliage.

Avantageusement, la partie verticale 35 peut se prolonger le long du boîtier 32, et être fixée à ce boîtier par tout moyen de fixation adéquat (non représenté).

Les signaux hyperfréquences sont véhiculés par un coaxial d'excitation 311, qui relie la carte électronique contenue dans le boîtier 32 et l'élément horizontal 33. L'emplacement de la connexion 312 entre l'élément vertical 35 et les secondes extrémités 313 et 314 des deux brins 37 et 38 définit l'impédance de l'antenne. Cette connexion 312 peut être sur la base 36 ou sur l'un des brins 37 ou 38. Selon sa position, l'impédance peut par exemple varier entre 10 et 200 Ohms.

Préférentiellement, pour une longueur d'onde de fonctionnement  $\lambda$  (de l'ordre de quelques cm), les dimensions de l'antenne sont sensiblement :

- longueur du plus long brin 37 :  $l_1 = \lambda/4$  ;
- longueur du second brin 38 :  $l_2$  légèrement inférieure

à  $\lambda/4$  (par exemple :  $9\lambda/40$ ) ;

- hauteur de l'élément vertical 35 :  $h = \lambda/24$  ;

- 5 - largeur de la base 36 et de l'élément vertical 35 :  $l = \lambda/8$  ;

- longueur de la base 36 :  $s = \lambda/30$  ;

- 10 - distance entre la connexion 312 et l'élément vertical 35 :  $d = \lambda/24$  ;

- largeur des brins 37 et 38 :  $w_1 = w_2 = \lambda/20$ .

- 15 Dans d'autres modes de réalisation, les brins peuvent avoir des largeurs différentes, des extrémités de formes diverses,...

- Dans le mode de réalisation de la figure 3, les deux brins 37 et 38 ont leur deuxième extrémités 313 et 314 20 ouvertes. Dans ce cas, le brin 37 de longueur  $\lambda/4$ , résonne à la fréquence de travail  $f_r$  (correspondant à la longueur d'onde  $\lambda$ ). Le deuxième brin 38 est également un élément résonant, mais à une fréquence  $f_r'$ , différente mais proche de  $f_r$ . Il se comporte comme un véritable 25 circuit d'adaptation incorporé, placé en parallèle avec la base et le circuit ouvert. En d'autres termes, il est ramené en parallèle avec l'impédance de rayonnement de l'autre brin, qui constitue l'élément rayonnant principal.

- Ce premier mode de réalisation repose donc sur 30 l'introduction de fréquences de résonance multiples dans l'antenne. Bien sûr, plus de deux brins peuvent être utilisés.

- La longueur de ces brins (et donc leur fréquence de 35 résonance) est choisie de façon à obtenir, pour l'impédance de l'antenne, une boucle de résonance, et donc d'élargir la largeur de bande correspondante. Ceci est notamment illustré par les figures 4 et 6.

- La figure 4 présente le diagramme de Smith portant 40 la courbe d'impédance 41 du brin 37 (résonant à  $f_r$ ). La bande passante correspondant à ce brin 37 seul, c'est-à-dire la bande de fréquence sur laquelle le ROS est inférieur à 2, est définie par les fréquences  $f_1$  et  $f_2$  correspondant aux intersections de la courbe d'impédance 41 avec le disque hachuré 42 définissant la zone où le 45 ROS est inférieur à 2.

- Cette largeur de bande s'écrit  $(f_2 - f_1)/f_r$ , et vaut classiquement entre 2 et 4 %. Ainsi qu'on l'a déjà mentionné, 50 une telle largeur de bande est insuffisante dans de nombreuses applications.

- L'élément 38 se comporte de façon analogue, mais 55 à la fréquence  $f_r'$ . Sa courbe d'impédance 51 est illustrée en figure 5. La bande passante correspondante  $(f_4 - f_3)/f_r'$ , vaut également environ 2 à 4 %. Toutefois, la bande de fréquence  $[f_3, f_4]$  est sensiblement décalée par rapport à la bande de fréquence  $[f_1, f_2]$ .

- Le couplage des deux brins rayonnants permet d'obtenir une boucle de résonance, si les fréquences  $f_r$  et  $f_r'$  sont bien choisies, ainsi que cela est illustré en fi-

gure 6. La courbe d'impédance 61 correspondant à la combinaison des brins 37 et 38 présente une boucle de résonance 62, centré sur  $f_0$ . Cette boucle 62 reste dans le disque 63 définissant la zone dans laquelle le ROS est inférieur à 2.

On obtient ainsi une bande passante très élargie ( $f_1 - f_4$ ) /  $f_0$ , valant par exemple 10 %.

La figure 7 présente un second mode de réalisation de l'invention, dans lequel l'un des brins d'antenne est court-circuité à ses deux extrémités. La structure générale de cette antenne est similaire à celle de la figure 3, en ce qui concerne la forme des éléments horizontal 33 et vertical 35. Elle n'est donc pas décrite à nouveau.

La différence fondamentale avec le premier mode de réalisation est que le brin 72 n'est plus ouvert à sa seconde extrémité 313, mais court-circuité par un élément vertical de court-circuit 71 reliant cette extrémité 313 au blindage du boîtier 32.

Ce brin 72 ne joue donc plus le rôle d'élément résonant, mais le rôle d'un "stub" (ou tronçon) court-circuit, qui joue le rôle de circuit d'adaptation, permettant d'élargir la bande sur laquelle l'impédance d'entrée globale de l'antenne reste voisine de l'impédance du coaxial d'excitation. Eventuellement, plusieurs stubs peuvent être réalisés. De même, si l'antenne comprend au moins trois brins, les modes de réalisation des figures 3 et 7 peuvent être combinés.

La figure 8 présente le diagramme de Smith portant la courbe d'impédance 81 correspondant au brin résonant 38. La bande passante correspondante ( $f_2 - f_1$ ) /  $f_0$  est toujours de l'ordre de 2 à 4 %.

Le diagramme de Smith de la figure 9 présente quant à lui l'impédance 91 du "stub" court-circuit 72. Cette courbe 91 est sensiblement symétrique à la courbe 81 de la figure 8.

La combinaison des deux brins 37 et 38 permet d'obtenir la courbe d'impédance 101 de la figure 10. Cette courbe 101 présente une boucle de résonance 102 qui reste dans le disque 103 de ROS inférieur à 2. En conséquence, la bande passante résultante ( $f_4 - f_3$ ) /  $f_0$  est à nouveau élargie, et par exemple de l'ordre de 10 %.

Il est donc à noter que, du point de vue de la largeur de bande, on obtient des résultats similaires avec les deux premiers modes de réalisation décrits.

La figure 11 présente un troisième mode de réalisation de l'invention. Il s'agit en fait d'une généralisation de l'antenne des figures 3 et 7, dans lesquelles les secondes extrémités des brins ne sont ni ouvertes, ni court-circuitées, mais reliées à la masse à l'aide de capacités.

Ainsi, l'antenne 111 comprend un premier brin 112, relié à la masse 113 par une capacité 114, et un second brin 115 relié à la masse par une capacité 116. Ces capacités 114 et 116 permettent de faire varier la longueur équivalente des brins (qui n'est donc plus figée à  $\lambda/4$ ). Cela permet un réglage fin de la fréquence d'accord.

Dans ce mode de réalisation, les brins d'antenne

peuvent avoir la même longueur physique, la longueur équivalente étant modifiée par les capacités. Il est à noter, par ailleurs, qu'il n'est pas obligatoire que tous les brins soient associés à une capacité. Certains d'entre eux peuvent être ouverts ou court-circuités.

Préférentiellement, au moins certaines des capacités 114 et 116 sont ajustables (ce sont par exemple des varactors, ou plusieurs capacités en parallèle susceptibles d'être sélectionnées indépendamment), et contrôlées (118) par un circuit électronique de commande 117 placé dans le boîtier 32. Il est ainsi possible de faire varier à tout instant et quasi instantanément la bande passante de l'antenne 111. Cela permet de faire fonctionner la même antenne physique dans plusieurs bandes de fréquence, sélectivement.

Par exemple, cette antenne 111 permet un fonctionnement en alternat dans une bande d'émission (correspondant à une fréquence d'émission) et dans une bande de réception (correspondant à une fréquence de réception). Le dispositif équipé de cette antenne peut donc fonctionner en "half duplex".

A titre d'exemple détaillé, on donne notamment la description géométrique exacte d'une antenne selon l'invention. Ce mode de réalisation correspond au meilleur mode actuellement développé. Toutefois, comme on le verra par la suite, les résultats sont encore perfectibles. La figure 12 présente, en vue de dessus, l'élément horizontal d'une antenne telle qu'illustrée en figure 7.

Ce mode de réalisation a pour objectif de fonctionner dans la bande nominale de fréquence 2,4 GHz - 2,5 GHz.

Les dimensions retenues pour l'élément horizontal sont :

- largeur :  $l = 15$  mm ;
- longueur du brin le plus long 122 :  $l_1 = 30$  mm ;
- longueur du brin le plus court 123 :  $l_2 = 27$  mm ;
- largeur de la base 124 :  $s = 4$  mm ;
- largeur des brins 122 et 123 :  $w_1 = w_2 = 6$  mm.

La hauteur de l'élément vertical est :  $h = 5$  mm.

L'emplacement 121 de connexion du câble coaxial est éloigné de  $d = 5$  mm de l'élément vertical, pour obtenir une impédance d'entrée de 50 Ohms.

Cette impédance peut être modifiée entre 10 et 200 Ohms, en modifiant cette distance  $d$ .

Dans ce mode de réalisation, le brin le plus long 122 est ouvert à sa seconde extrémité 125, et le brin le plus court 123 est court-circuité à sa seconde extrémité 126.

La figure 13 présente la courbe 131 d'adaptation de cette antenne, c'est-à-dire la courbe du R.O.S (en ordonnée) en fonction de la fréquence (en abscisse).

Ainsi que le montre les marqueurs 132 et 133, le R.O.S est inférieur à 2 entre 2,37 GHz et 2,55 GHz. Cela correspond à une bande passante de l'ordre de 8 %, ce qui est très supérieur aux bandes passantes obtenues avec les antennes de l'art antérieur.

11

EP 0 604 338 B1

12

Par ailleurs, sur la bande de travail, c'est-à-dire entre 2,4 GHz (marqueur 134) et 2,5 GHz (marqueur 135), le R.O.S est inférieur à 1,6.

Le diagramme de Smith de la figure 14 présente la courbe d'impédance 141 de l'antenne de la figure 12, entre 2 GHz et 3 GHz. Les marqueurs 142 et 143 délimitent la zone de travail de l'antenne (2,4 - 2,5 GHz).

Cette courbe montre que cette antenne n'est pas encore complètement optimisée, et qu'un meilleur centrage de la courbe 141 par rapport à l'abaque amènerait des performances meilleures.

L'invention concerne également tout appareil d'émission et/ou de réception de signaux hyperfréquences équipés d'une antenne selon l'invention, tel qu'illustré par exemple par le boîtier 32 des figures 3, 7 et 11. Eventuellement, un tel appareil peut comprendre plusieurs antennes, et en particulier une antenne d'émission et une antenne de réception.

## Revendications

1. Antenne d'émission et/ou de réception de signaux hyperfréquences, comprenant un élément (33) sensiblement plan, dit élément horizontal, et un élément (35) de court-circuit sensiblement perpendiculaire audit élément horizontal (33), dit élément vertical, ledit élément vertical (35) connectant une première extrémité (34) dudit élément horizontal (33) à la masse électrique d'une unité de traitement, lesdits signaux hyperfréquences étant véhiculés entre ladite unité de traitement et ledit élément horizontal (33) par un câble coaxial (311) connecté audit élément horizontal (33), caractérisée en ce que ledit élément horizontal (33) comprend :
  - une surface intermédiaire (36) sensiblement rectangulaire, dont une première extrémité correspond à ladite première extrémité (34) dudit élément horizontal (33) ; et
  - au moins deux brins (37,38;72;112,115; 122,123) sensiblement parallèles entre eux et sensiblement perpendiculaires audit élément vertical, la seconde extrémité de ladite surface intermédiaire (36) correspondant à une première extrémité (313,314) de chacun desdits brins (37, 38).
2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits brins (37,38) sont de forme sensiblement rectangulaire.
3. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que lesdits brins (37,38) ont des longueurs différentes.
4. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que lesdits brins (37,38) ont des largeurs sensiblement identiques.
5. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que chacun desdits brins (37,38) est ouvert à son extrémité (313,314) la plus éloignée de ladite première extrémité (34) dudit élément horizontal (33).
6. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que l'extrémité (313) la plus éloignée de ladite première extrémité (34) dudit élément horizontal (33) d'au moins un desdits brins (72) est connectée à la masse électrique de ladite unité de traitement, par l'intermédiaire d'un élément (71) de court-circuit supplémentaire.
7. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que l'extrémité la plus éloignée de ladite première extrémité dudit élément horizontal d'au moins un desdits brins (112,115) est reliée à la masse électrique de ladite unité de traitement, par l'intermédiaire d'une capacité (114,116).
8. Antenne selon la revendication 7, caractérisée en ce que l'extrémité la plus éloignée de ladite première extrémité dudit élément horizontal de chacun desdits brins (112,115) est reliée à la masse électrique de ladite unité de traitement, par l'intermédiaire d'une capacité (114,116).
9. Antenne selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisée en ce que ladite capacité (114,116) est ajustable, et en ce que ladite unité de traitement comprend des moyens (117) de contrôle de la valeur de ladite capacité ajustable.
10. Antenne selon la revendication 11, caractérisée en ce que ladite capacité ajustable (114,116) peut prendre au moins deux valeurs distinctes, une première valeur correspondant au fonctionnement de ladite antenne à une fréquence d'émission de signaux hyperfréquences et une seconde valeur correspondant au fonctionnement de ladite antenne à une fréquence de réception de signaux hyperfréquences.
11. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que ledit câble coaxial (311) présente une impédance sensiblement comprise entre 10 Ohms à 200 Ohms.
12. Antenne selon la revendication 11, caractérisée en ce que ladite impédance est sensiblement égale à 50 Ohms.
13. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que la largeur (1) de ladite

13

EP 0 604 338 B1

14

première extrémité dudit élément horizontal (33) est sensiblement égale à  $\lambda/8$ ,  $\lambda$  étant la longueur d'onde desdits signaux hyperfréquences.

14. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisée en ce que la longueur maximale (11) dudit élément horizontal (33), correspondant à la distance entre ladite première extrémité (34) dudit élément horizontal (33) et l'extrémité (313) la plus éloignée de ladite première extrémité (34) dudit élément horizontal (33) du brin le plus long (37) est sensiblement égale à  $\lambda/4$ ,  $\lambda$  étant la longueur d'onde desdits signaux hyperfréquences. 5 10
15. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisée en ce que la hauteur (h) dudit élément vertical (35), correspondant à la distance entre ladite première extrémité (34) dudit élément horizontal (33) et ladite masse électrique est sensiblement égale à  $\lambda/25$ ,  $\lambda$  étant la longueur d'onde desdits signaux hyperfréquences. 15 20
16. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisée en ce que la largeur (w1, w2) d'au moins un desdits brins (37,38) est sensiblement égale à  $\lambda/20$ ,  $\lambda$  étant la longueur d'onde desdits signaux hyperfréquences. 25
17. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que la longueur d'onde  $\lambda$  desdits signaux hyperfréquences est comprise entre 100 et 200 mm. 30
18. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisée en ce qu'elle comprend deux brins (37,38). 35
19. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, caractérisée en ce qu'elle est implantée sur un boîtier (32) contenant ladite unité de traitement, ladite masse électrique correspondant au blindage électromagnétique dudit boîtier (32). 40
20. Antenne selon la revendication 19, caractérisée en ce qu'au moins une partie dudit élément vertical (35) et ledit élément horizontal (33) sont formés dans une même bande d'un matériau conducteur. 45
21. Dispositif d'émission et/ou de réception de signaux hyperfréquences, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une antenne (31,111) selon l'une quelconque des revendications 1 à 20. 50

#### Patentansprüche

1. Antenne zum Senden und/oder Empfangen von Höchstfrequenzsignalen, umfassend ein im we-

sentlichen planes Element (33), horizontales Element genannt, und ein Kurzschlußelement (35), das im wesentlichen senkrecht zum horizontalen Element (33) ist, vertikales Element genannt, wobei das vertikale Element (35) ein erstes Ende (34) des horizontalen Elements (33) mit der elektrischen Masse einer Verarbeitungseinheit verbindet, und wobei die Höchstfrequenzsignale zwischen der Verarbeitungseinheit und dem horizontalen Element (33) mittels eines Koaxialkabels (311) übertragen werden, das an dem horizontalen Element (33) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß das horizontale Element (33) umfaßt:

- eine im wesentlichen rechtwinklige Zwischenoberfläche (36), bei der ein erstes Ende dem ersten Ende (34) des horizontalen Elements (33) entspricht; und
- mindestens zwei Antennenstücke (37, 38; 72; 112, 115; 122, 123), die im wesentlichen untereinander parallel und im wesentlichen senkrecht zum vertikalen Element verlaufen, wobei das zweite Ende der Zwischenoberfläche (36) einem ersten Ende (313, 314) jedes Antennenstücks (37, 38) entspricht.

2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenstücke (37, 38) eine im wesentlichen rechteckige Form aufweisen.
3. Antenne nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenstücke (37, 38) verschiedene Längen aufweisen.
4. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenstücke (37, 38) im wesentlichen identische Breiten aufweisen.
5. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Antennenstücke (37, 38) an seinem dem ersten Ende (34) des horizontalen Elements (33) entferntesten Ende (313, 314) offen ist.
6. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das dem ersten Ende (34) des horizontalen Elements (33) entfernteste Ende (313) mindestens einer der Antennenstücke (72) mittels eines zusätzlichen Kurzschlußelements (71) an der elektrischen Masse der Verarbeitungseinheit angeschlossen ist.
7. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das dem ersten Ende

55



15

EP 0 604 338 B1

16

des horizontalen Elements entfernteste Ende mindestens eines der Antennenstücke (112, 115) mittels einer Kapazität (114, 116) mit der elektrischen Masse der Verarbeitungseinheit verbunden ist.

8. Antenne nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das dem ersten Ende des horizontalen Elements entfernteste Ende jedes der Antennenstücke (112, 115) mittels einer Kapazität (114, 116) mit der elektrischen Masse der Verarbeitungseinheit verbunden ist. 5
9. Antenne nach einem der Ansprüche 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazität (114, 116) einstellbar ist, und daß die Verarbeitungseinheit Mittel (117) zur Kontrolle des Wertes der einstellbaren Kapazität umfaßt. 10
10. Antenne nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die einstellbare Kapazität (114, 116) mindestens zwei verschiedene Werte annehmen kann, wobei ein erster Wert im Antennenbetrieb einer ersten Sendefrequenz für Höchstfrequenzsignale entspricht und ein zweiter Wert im Antennenbetrieb einer Empfangsfrequenz für Höchstfrequenzsignale entspricht. 20
11. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Koaxialkabel (311) eine Impedanz im wesentlichen zwischen 10 Ohm und 200 Ohm aufweist. 25
12. Antenne nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Impedanz im wesentlichen 50 Ohm beträgt. 30
13. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite (l) des ersten Endes des horizontalen Elements (33) im wesentlichen gleich  $\lambda/8$  beträgt, wobei  $\lambda$  die Wellenlänge der Höchstfrequenzsignale ist. 35
14. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Länge (l1) des horizontalen Elements (33), die der Entfernung zwischen dem ersten Ende (34) des horizontalen Elements (33) und dem dem ersten Ende (34) des horizontalen Elements (33) entferntesten Ende (313) des längsten Antennenstücks (37) entspricht, im wesentlichen gleich  $\lambda/4$  ist, wobei  $\lambda$  die Wellenlänge der Höchstfrequenzsignale ist. 40
15. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe (h) des vertikalen Elements (35), die der Entfernung zwischen dem ersten Ende (34) des horizontalen Elements (33) und der elektrischen Masse entspricht, im wesentlichen gleich  $\lambda/25$  ist, wobei  $\lambda$  die Wellenlänge 45

der Höchstfrequenzsignale ist.

16. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite (w1, w2) mindestens eines der Antennenstücke (37, 38) im wesentlichen gleich  $\lambda/20$  ist, wobei  $\lambda$  die Wellenlänge der Höchstfrequenzsignale ist. 5
17. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenlänge  $\lambda$  der Höchstfrequenzsignale zwischen 100 und 200 mm liegt. 10
18. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß sie zwei Antennenstücke (37, 38) umfaßt. 15
19. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß sie in einem Gehäuse (32) eingebaut ist, welche die Verarbeitungseinheit enthält, wobei die elektrische Masse der elektromagnetischen Abschirmung des Gehäuses (32) entspricht. 20
20. Antenne nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Abschnitt des vertikalen Elements (35) und des horizontalen Elements (33) in einem identischen Streifen eines Leitermaterials ausgebildet ist. 25
21. Sende- und/oder Empfangsvorrichtung für Höchstfrequenzsignale, dadurch gekennzeichnet, daß es mindestens eine Antenne (31, 111) nach einem der Ansprüche 1 bis 20 umfaßt. 30

#### Claims

1. Ultrahigh frequency signal transceiver antenna, comprising an essentially flat element (33), termed the horizontal element, and a short-circuit element (35) essentially perpendicular to the said horizontal element (33), termed the vertical element, the said vertical element (35) connecting a first end (34) of the said horizontal element (33) to the electrical earth of a processing unit, the said ultrahigh frequency signals being carried between the said processing unit and the said horizontal element (33) by a coaxial cable (311) connected to the said horizontal element (33), characterised in that the said horizontal element (33) comprises: 40
  - an essentially rectangular intermediate surface (36), a first end of which corresponds to the said first end (34) of the said horizontal element (33); and 45

17

EP 0 604 338 B1

18

- at least two blades (37, 38; 72; 112, 115; 122, 123) essentially parallel to one another and essentially perpendicular to the said vertical element, the second end of the said intermediate surface (36) corresponding to a first end (313, 314) of each of the said blades (37, 38). 5
- 2. Antenna according to Claim 1, characterised in that the said blades (37, 38) are of essentially rectangular shape. 10
- 3. Antenna according to either of Claims 1 and 2, characterised in that the said blades (37, 38) are of different lengths. 15
- 4. Antenna according to any one of Claims 1 to 3, characterised in that the said blades (37, 38) are of essentially identical width. 20
- 5. Antenna according to any one of Claims 1 to 4, characterised in that each of the said blades (37, 38) is open at that end (313, 314) thereof which is most remote from the said first end (34) of the said horizontal element (33). 25
- 6. Antenna according to any one of Claims 1 to 5, characterised in that the end (313) most remote from the said first end (34) of the said horizontal element (33) of at least one of the said blades (72) is connected to the electrical earth of the said processing unit via a supplementary short-circuit element (71). 30
- 7. Antenna according to any one of Claims 1 to 6, characterised in that the end (313) most remote from the said first end of the said horizontal element of at least one of the said blades (112, 115) is connected to the electrical earth of the said processing unit via a capacitor (114, 116). 35
- 8. Antenna according to Claim 7, characterised in that the end most remote from the said first end of the said horizontal element of each of the said blades (112, 115) is connected to the electrical earth of the said processing unit via a capacitor (114, 116). 40
- 9. Antenna according to either of Claims 7 and 8, characterised in that the said capacitor (114, 116) is adjustable and in that the said processing unit comprises means (117) for controlling the value of the said variable capacitor. 45
- 10. Antenna according to Claim 11, characterised in that the said variable capacitor (114, 116) may assume at least two distinct values, a first value corresponding to operation of the said antenna at a transmission frequency for ultrahigh frequency signals and a second value corresponding to operation of the said antenna at a reception frequency for ultrahigh frequency signals. 50
- 11. Antenna according to any one of Claims 1 to 10, characterised in that the said coaxial cable (311) has an impedance of essentially between 10 ohm and 200 ohm. 55
- 12. Antenna according to Claim 11, characterised in that the said impedance is essentially 50 ohm.
- 13. Antenna according to any one of Claims 1 to 12, characterised in that the width (1) of the said first end of the said horizontal element (33) is essentially equal to  $\lambda/8$ ,  $\lambda$  being the wavelength of the said ultrahigh frequency signals.
- 14. Antenna according to any one of Claims 1 to 13, characterised in that the maximum length (11) of the said horizontal element (33), corresponding to the distance between the said first end (34) of the said horizontal element (33) and the end (313) most remote from the said first end (34) of the said horizontal element (33) of the longest blade (37), is essentially equal to  $\lambda/4$ ,  $\lambda$  being the wavelength of the said ultrahigh frequency signals.
- 15. Antenna according to any one of Claims 1 to 14, characterised in that the height (h) of the said vertical element (35), corresponding to the distance between the said first end (34) of the said horizontal element (33) and the said electrical earth, is essentially equal to  $\lambda/25$ ,  $\lambda$  being the wavelength of the said ultrahigh frequency signals.
- 16. Antenna according to any one of Claims 1 to 15, characterised in that the width (w1, w2) of at least one of the said blades (37, 38) is essentially equal to  $\lambda/20$ ,  $\lambda$  being the wavelength of the said ultrahigh frequency signals.
- 17. Antenna according to any one of Claims 1 to 16, characterised in that the wavelength  $\lambda$  of the said ultrahigh frequency signals is between 100 and 200 mm.
- 18. Antenna according to any one of Claims 1 to 17, characterised in that it comprises two blades (37, 38).
- 19. Antenna according to any one of Claims 1 to 18, characterised in that it is located on a package (32) containing the said processing unit, the said electrical earth corresponding to the electromagnetic shielding of the said package (32).
- 20. Antenna according to Claim 19, characterised in that at least part of the said vertical element (35) and the said horizontal element (33) are formed in

19

EP 0 604 338 B1

20

one and the same strip of a conducting material.

21. Ultrahigh frequency signal transceiver, characterised in that it comprises at least one antenna (31, 111) according to any one of Claims 1 to 20.

5

10

15

20

25

30

35

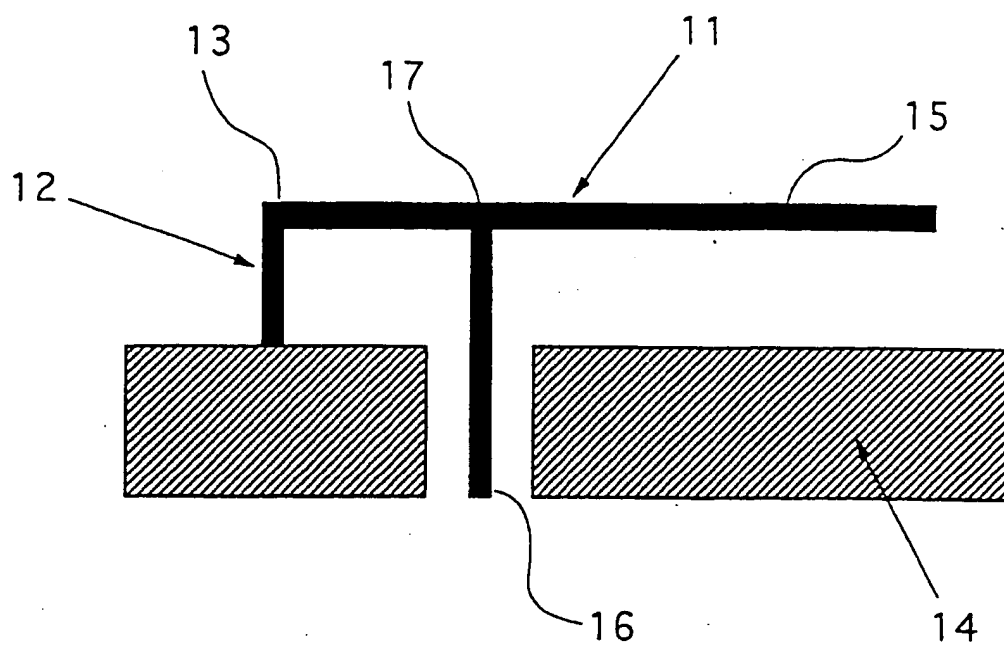
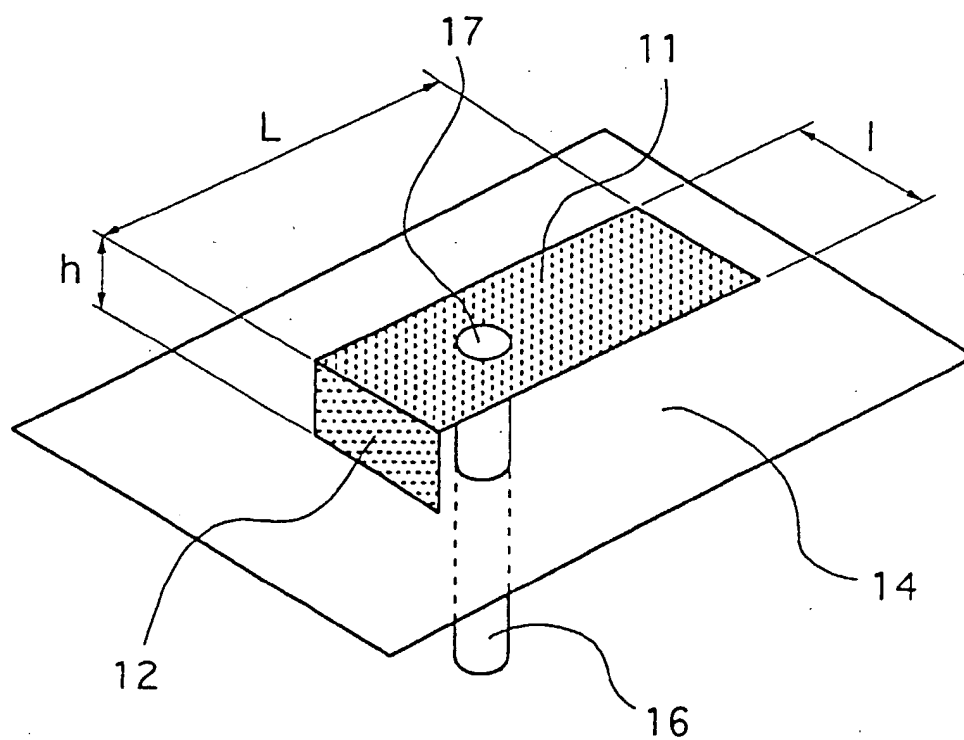
40

45

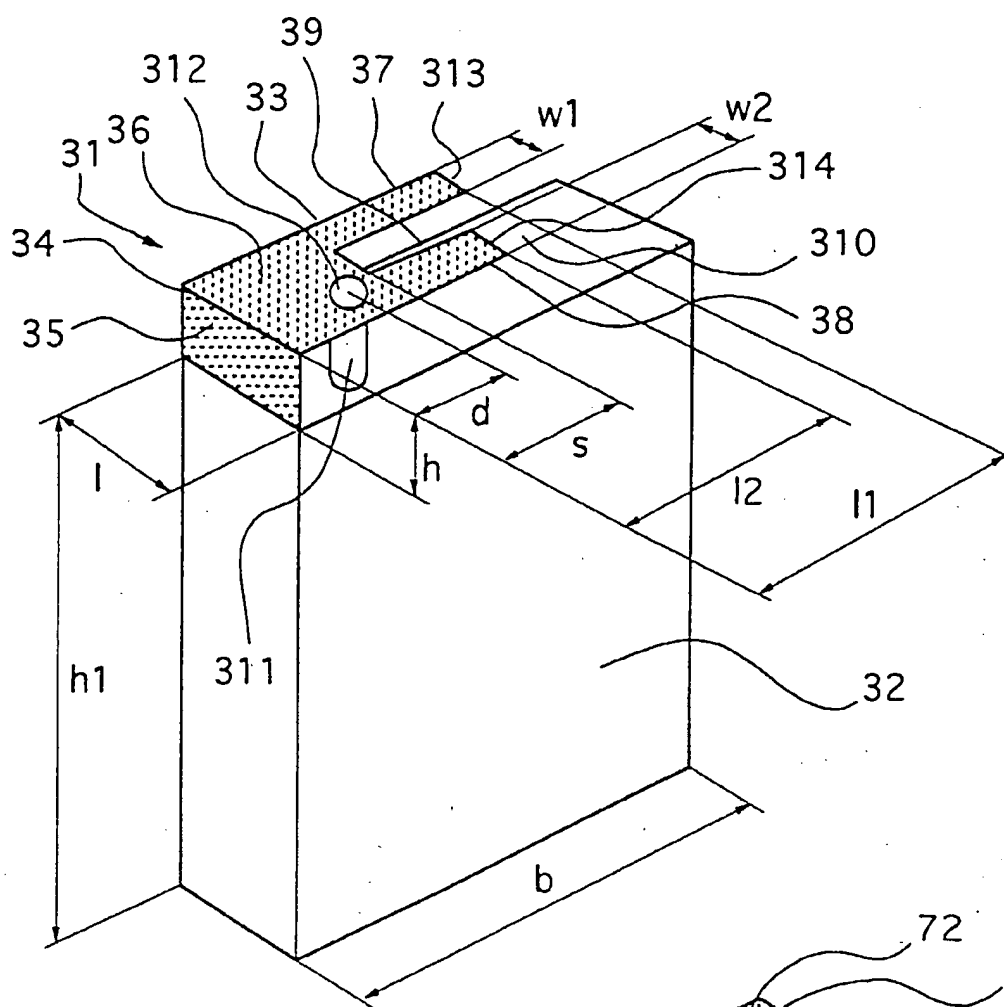
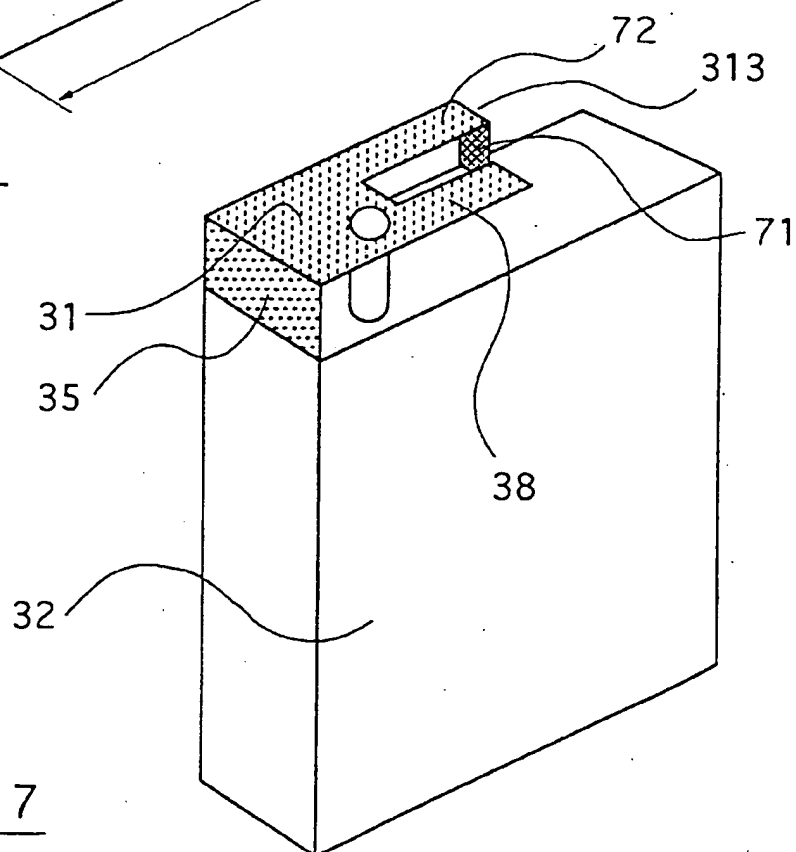
50

55

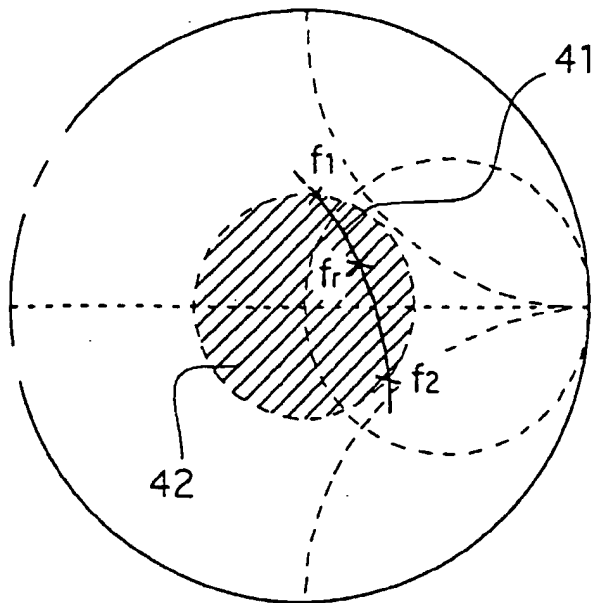
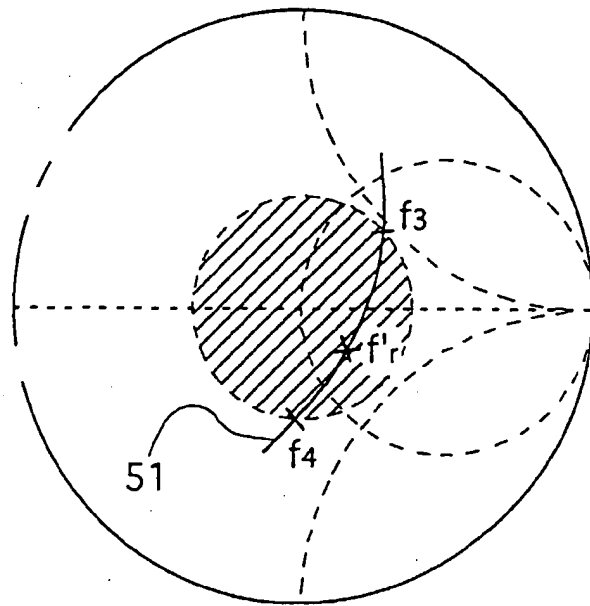
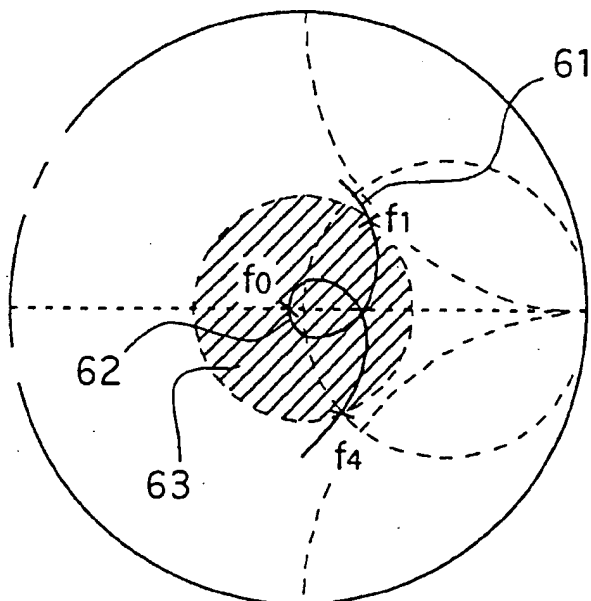
EP 0 604 338 B1

Fig. 1Fig. 2

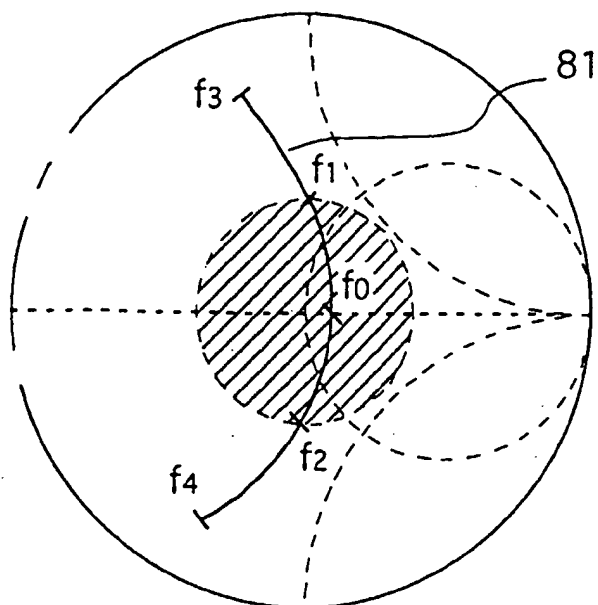
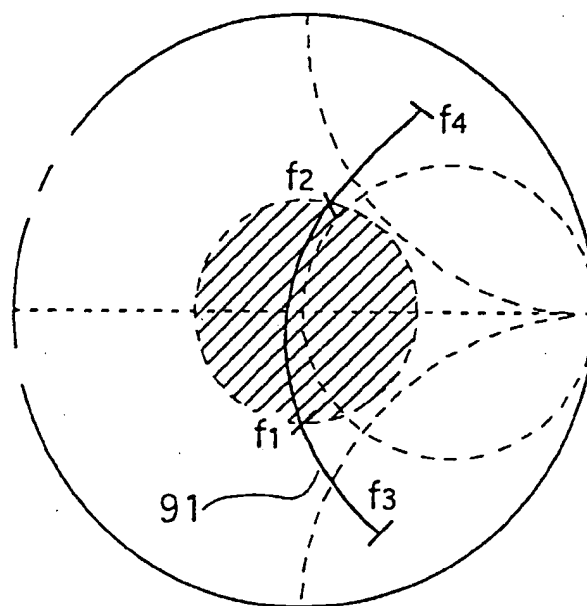
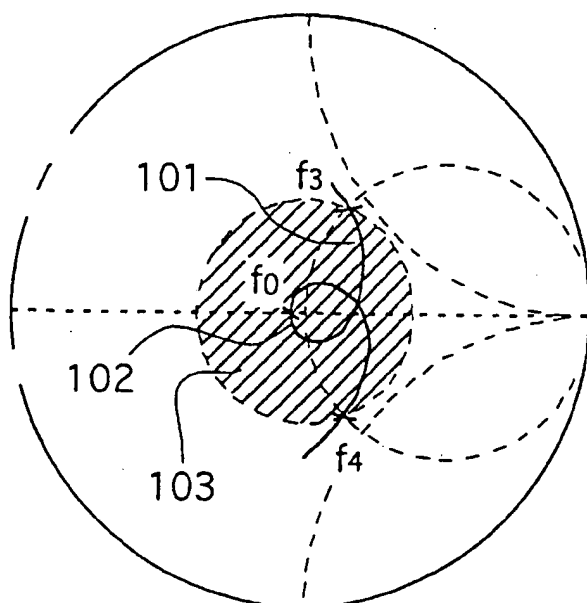
EP 0 604 338 B1

Fig. 3Fig. 7

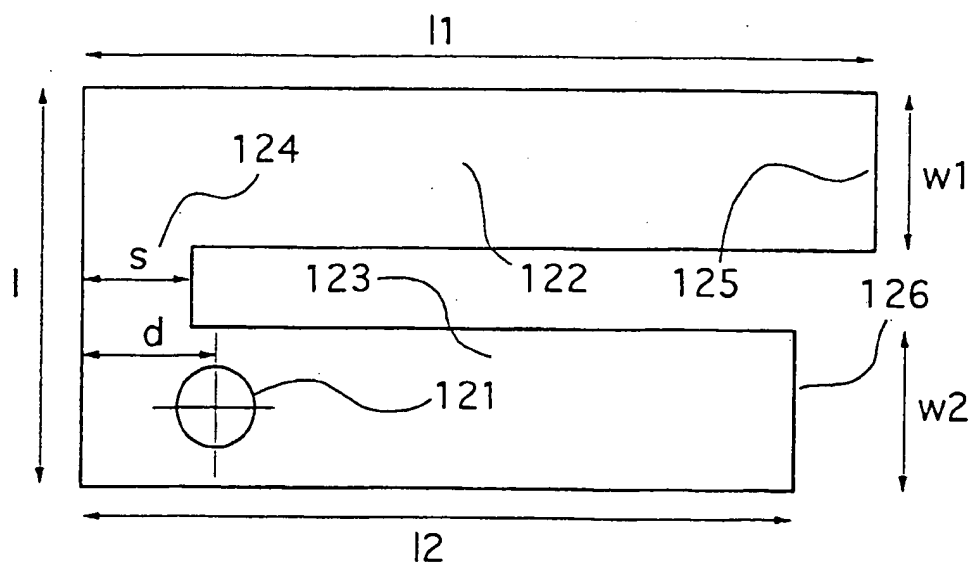
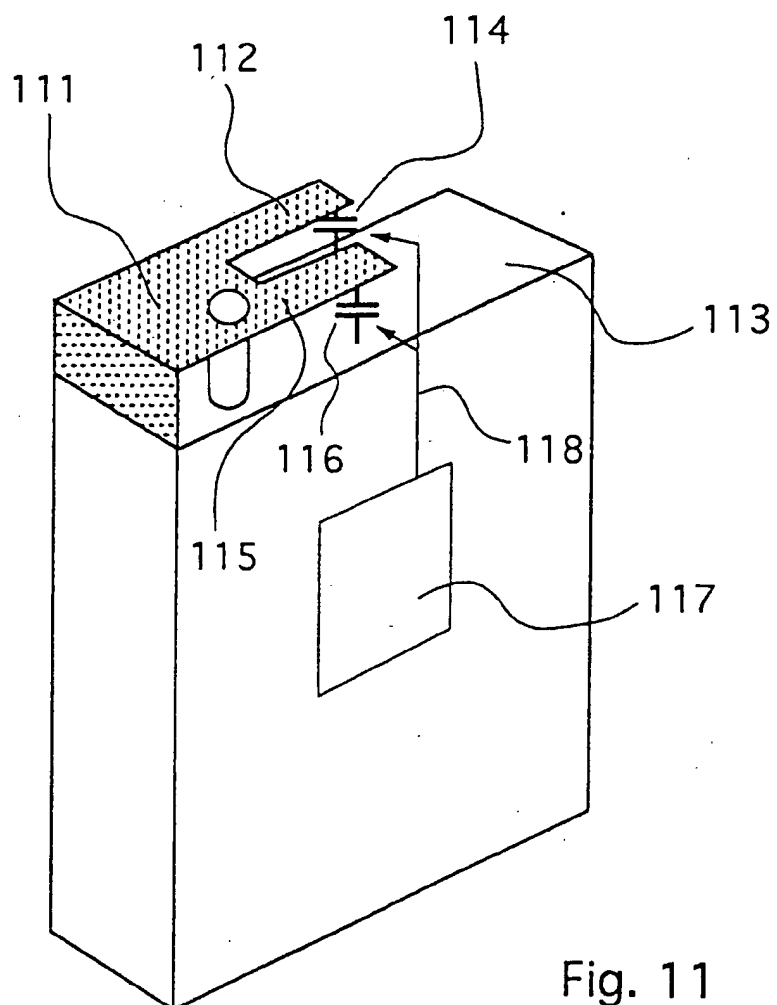
EP 0 604 338 B1

Fig. 4Fig. 5Fig. 6

EP 0 604 338 B1

Fig. 8Fig. 9Fig. 10

EP 0 604 338 B1





EP 0 604 338 B1

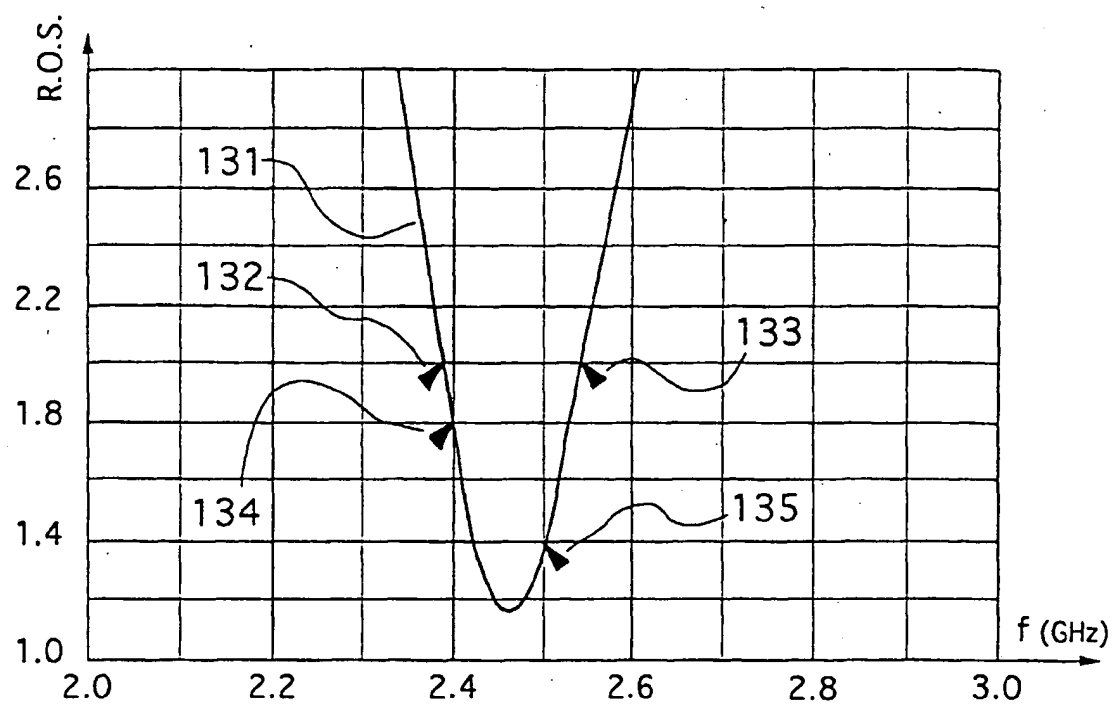


Fig. 13

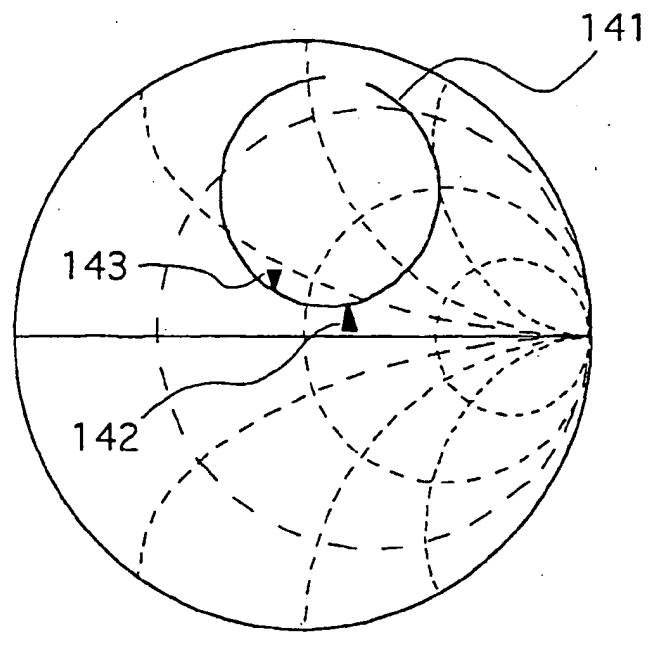


Fig. 14